# Die Entwicklung des Cranial- und Visceralskeletts von Petromyzon fluviatilis

---

## Inaugural-Dissertation

der

**mathematischen und naturwissenschaftlichen Fakultät**

der

**Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg**

zur

**Erlangung der Doktorwürde**

vorgelegt von

ALBAN SCHALK
Mainz a. Rh.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

---

Sonder-Abdruck
aus dem
Archiv für mikroskopische Anatomie
Bd. 83, Abt. I (für vergleichende und experimentelle Histologie und Entwicklungsgeschichte)
Verlag von Friedrich Cohen in Bonn
1913

# Die Entwicklung des Cranial- und Visceralskeletts von Petromyzon fluviatilis

---

## Inaugural-Dissertation

der

mathematischen und naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg

zur

**Erlangung der Doktorwürde**

vorgelegt von

ALBAN SCHALK
Mainz a. Rh.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

---

Sonder-Abdruck
aus dem
Archiv für mikroskopische Anatomie
Bd. 83, Abt. I (für vergleichende und experimentelle Histologie und Entwicklungsgeschichte)
Verlag von Friedrich Cohen in Bonn
1913

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548002_0128

*Meinen lieben Eltern*

*in Dankbarkeit*

*gewidmet.*

# Die Entwicklung des Cranial- und Visceralskeletts von Petromyzon fluviatilis.

Von

**Alban Schalk**, Mainz a. Rh.

Hierzu Tafel IV und 34 Textfiguren.

## Inhalt:

Seite

I. Einleitung . . . . . 43
II. Bildungsgewebe für Cranial- und Visceralskelett . . . . . 44
III. Die Entwicklung der cranialen Teile des Skeletts . . . . . 45
IV. Kiemenskelett . . . . . 49
a) Ursprung der Branchiodermis . . . . . 49
b) Die Entwicklung des Kiemenskeletts . . . . . 54
V. Verbindung zwischen Cranial- und Visceralskelett . . . . . 60
VI. Vergleiche . . . . . 63

## I. Einleitung.

Die Entwicklung von Teilen des Schädels und Visceralskeletts von Ammocoetes war schon oft der Gegenstand von grösseren und kleineren Arbeiten. Eine zusammenhängende Darstellung aller knorpeligen Skeletteile des Ammocoetes wurde aber meines Wissens noch nicht gegeben. Aber auch zwischen den Angaben der einzelnen Autoren, die sich mit jenen Dingen eingehender beschäftigt haben, liegen in mancher Hinsicht so beträchtliche Gegensätze vor, dass es nicht unwichtig erschien, die strittigen Punkte neu zu untersuchen. Indem ich dieser, mir gestellten Aufgabe nach kam, ergaben sich daneben auch ganz neue Befunde. Meine Untersuchungen beschränkten sich fast ausnahmslos auf Ammocoeten von Petromyzon fluviatilis, im Gegensatz zu den meisten Autoren, die Petromyzon Planeri für ihre Arbeiten benutzt haben. Ein Unterschied zwischen Petromyzon fluviatilis und Petromyzon Planeri besteht aber nur in der Grösse der Larven. Leider konnte ich Untersuchungen über die Metamorphose von Ammocoetes in Petromyzon nur in sehr beschränktem Maße vornehmen, da mir nur ein Tier mit fast beendeter Metamorphose zur Verfügung stand und es ausgeschlossen ist, brauchbares Material in grösserer

Menge zu beschaffen. Die bei meiner Arbeit benutzten Ammocoeten von Petromyzon fluviatilis wurden im Zoologischen Institut der Universität Strassburg aus dort besamten Eiern gezogen. Zur Verfügung standen mir Larven vom eben befruchteten Ei, bis zur Grösse von über 1 cm. Grössere Stadien waren nur sehr wenige vorhanden. Konserviert wurden die Tiere mit dem Pikrinsäuregemisch nach Brasil: 1 acid. picr., 15 acid. acet., 60 Formol, 150 alc. 80%. Da die grosse Anzahl der Dotterplättchen der jungen Tiere die Objekte bei langem Verweilen im Thermostaten spröde und das Schneiden fast unmöglich macht, erhielt ich erst brauchbare Schnittserien, nachdem ich die Überführung von Xylol in Paraffin bis auf $^1/_2$ Stunde, bei mehrfach gewechseltem Paraffin, beschränkt hatte. Durchweg wurde Schnittfärbung angewandt. Die jüngeren Tiere, etwa bis 2 mm Länge, wurden mit Magnesiakarmin, Pikramminsäure, Chromotrop gefärbt. Die Vorteile dieser Methode sind gross. Während gewöhnliches Boraxkarmin, Heidenhainsche und Delafieldsche Hämatoxyline die Dotterplättchen stark mitfärben, so dass die Kerne vollständig überdeckt sind, erhält man mit Magnesiakarmin eine reine Kernfärbung. Der Dotter wird durch Pikramminsäure gelb gefärbt. Scharfe Zellgrenzen wurden mit Chromotrop erzielt, was bei jüngeren Stadien von grossem Vorteile ist. Ältere Ammocoeten wurden mit Boraxkarmin, Bismarckbraun, Bleu de Lyon behandelt. Zieht man bei der Behandlung Bismarckbraun in geeigneter Weise aus, so erhält man Bilder, bei denen nur die Knorpel und Schleimknorpel braun tingiert erscheinen. —

Sollten in vorliegender Arbeit irgend welche befriedigende Resultate vorliegen, so verdanke ich dies in erster Linie meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Goette, der durch seine stete Unterstützung mit Rat und Tat in hohem Maße zum Gelingen meiner Aufgabe beitrug.

Ich spreche ihm daher an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aus.

## II. Bildungsgewebe für Cranial- und Visceralskelett.

Der allgemein gültigen Ansicht von der Entstehung des gesamten Kopf- und Visceralskeletts aus mesodermalem Mesenchym trat zum ersten Male J. B. Platt (1894) entgegen, die für Necturus lateralis nachwies, dass die Mesenchymmassen, aus denen sich die

knorpeligen Visceralbogen differenzieren, ektodermaler Herkunft sind. Zu denselben Resultaten gelangten von Kupffer (1895) für Petromyzon Planeri, Dohrn (1902) für die Selachier und Brauer (1904) für Hypogeophis. Von der ektodermalen Herkunft des hier in Betracht kommenden Mesenchyms bin auch ich überzeugt, trotzdem ich die von oben genannten Autoren als Bildungsstätte jenes Mesenchyms angegebenen Teile der Epidermis als solche nicht anerkennen kann.

Ich beginne mit der Entwicklung der neuralen Teile des Schädels von Ammocoetes fluviatilis.

## III. Die Entwicklung der cranialen Teile des Skeletts.

Die ersten Anlagen von Teilen des primordialen Craniums treten bei Ammocoetes zu einer Zeit auf, wo die knorpeligen Stäbe des Visceralskeletts schon in Entwicklung begriffen sind. Während es sich beim Visceralskelett, wie oben erwähnt, um Gebilde des Ektoderms handelt, sind die knorpeligen Gebilde des neuralen Primordialcraniums durchaus Abkömmlinge des Mesoderms, und zwar beteiligen sich an der Bildung der Trabekel und Parachordalia die ersten Sklerotome, das sind mesenchymatische Zellmassen, die von den Ursegmenten aus seitlich neben der Chorda heraufwuchern. Der Ansicht von Koltzoff und Platt, dass die am weitesten kopfwärts liegenden Teile der Trabekel sich aus ektodermalen Derivaten formen sollten, kann ich nicht zustimmen, da die im parachordalen Gewebe entstehenden hinteren Teile der Trabekel und Parachordalia successive kopfwärts auswachsen und nicht durch Hinzukommen neuer Teile zu ihrer späteren Form gelangen.

Zuerst bilden sich neutral vom Gehirn zu beiden Seiten der Chorda durch Verdichtung der Mesodermzellen die gemeinsame Anlage der Parachordalia und Trabekel. Severtzoff lässt Parachordalia und Trabekel getrennt entstehen. Nach ihm verwachsen die an die Chorda herantretenden Trabekel mit derselben, vermittels kleiner Knorpel, die er vordere Parachordalia nennt. Dieser Ansicht von der Bildung der Trabekel und Parachordalia kann ich mich nicht anschliessen. Wie ich aus meinen Präparaten erkennen kann, haben Parachordalia und Trabekel eine gemeinschaftliche Anlage und von einer Trennung kann nicht die Rede sein. Schon prochondral entstehen in der

Umgebung der Chorda durch Verdichtung der mesodermalen Mesenchymzellen einheitliche Leisten, die vor den Gehörkapseln nach vorn sich erstrecken (siehe Fig. 1). Auch ihre Verknorpelung vollzieht sich einheitlich. Dabei kapseln sich die Zellen in der von Schaffer (25) beschriebenen Weise ein (siehe Fig. 2). Vorn endigen die Trabekel zuerst frei, vereinigen sich aber, indem sie die Hypophyse umgreifen, vor derselben zu der sogenannten Trabekularplatte.

Die Verknorpelung der Ohrkapsel wurde von Parker (21) und anderen Autoren

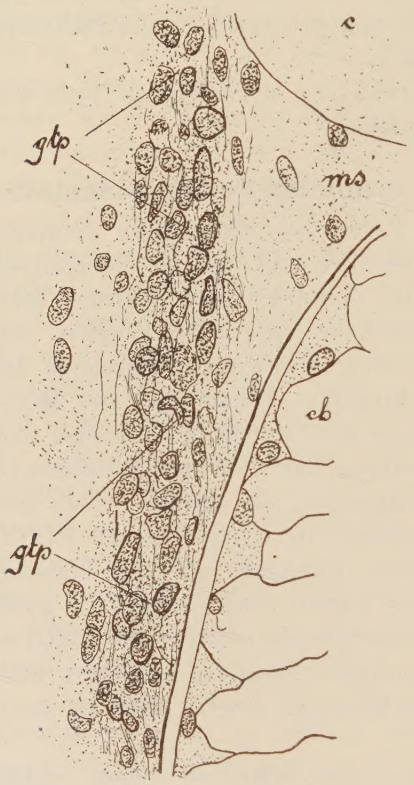


Fig. 1.
Ammocoetes von etwa 6 mm Länge. gtp = Gemeinsame Anlage der Trabekel und Parachordalia.

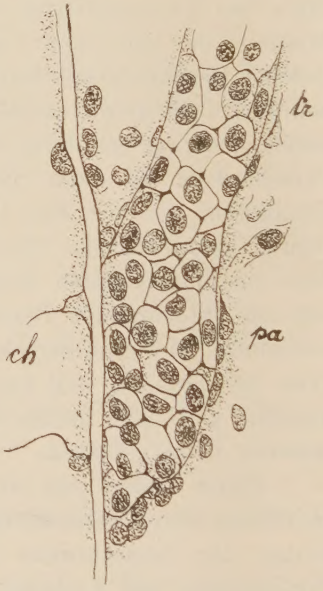


Fig. 2.

genau beschrieben, und ich habe ihrer Darstellung nichts hinzuzufügen. Anfangs durch einen Zwischenraum von den Parachordalia getrennt, verwachsen die Ohrkapseln im Laufe ihrer Entwicklung mit den Parachordalia. Durch die Fenestra acustica der Knorpelkapsel tritt der Acustico-Facialis in das Labyrinth ein.

Der Facialis verlässt aber die Ohrkapsel wieder durch ein an ihrem Boden gelegenes Foramen.

Aber auch hinter den Ohrkapseln treten bei Ammocoetes Gebilde auf, die man noch dem neuralen Schädel zurechnen muss. Es handelt sich hier um die zuerst von Sewertzoff (26) beschriebenen hinteren Parachordalia. Er beschreibt zwei längliche Knorpelplatten, die sich nach ihm aus Sklerotomgewebe in der Umgebung der Chorda in ähnlicher Weise differenzieren, wie es später mit den Wirbelbogen der Fall ist. Sie liegen nach Sewertzoff an der Chorda epachsial, das heisst dorsal von der Achse der Chorda. Diese beiden Gebilde bezeichnet er als hintere Parachordalia und homologisiert sie mit den gleichnamigen Gebilden der Gnathostomen. Weitere Angaben über die hinteren Parachordalia und ihre Verbindung mit dem Kiemenskelett finden sich in Abschnitt V. Am neuralen Primordialcranium von Ammocoetes ist es ausser den Trabekeln, Parachordalia und Labyrinthblase, nur noch die unpaare Nasenkapsel, die eine Verknorpelung erfährt. Die Entwicklung der Nasenkapsel wurde, soviel mir bekannt ist, noch von niemand beschrieben. Die Nasenkapsel entsteht um das Geruchsorgan herum, in dem zwischen Vorderhirn und Geruchsorgan befindlichen Mesenchym. Die erste vorknorpelige Anlage hat die Gestalt eines lateinischen „u“ und ist so gelagert,

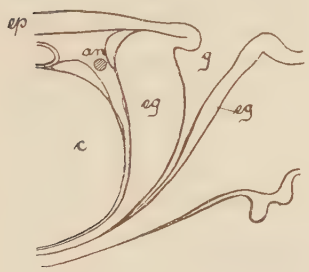


Fig. 3.
Medianschnitt durch den Kopf eines Ammocoetes. an = Anlage des Knorpel der Nasenkapsel.

Fig. 4.

dass der Bogen sich über und hinter dem Geruchsorgan befindet (Fig. 3) und die beiden Äste an seinen beiden Seiten herabreichen. In Fig. 5 sind die beiden seitlichen Äste der larvalen

Nasenkapsel dargestellt; die Verknorpelung hat soeben begonnen. Fig. 3 und 4 geben ein Übersichtsbild und eine Vergrösserung eines Querschnittsbildes des dorsalen medianen Bogens der Nasenkapsel wieder. Die Mesenchymzellen fangen gerade an sich zu

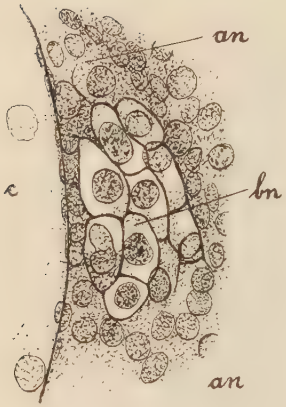


Fig. 5a.

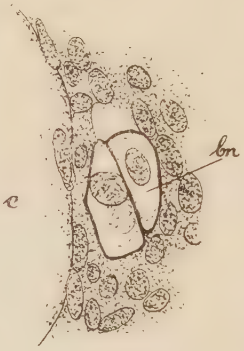


Fig. 5b.

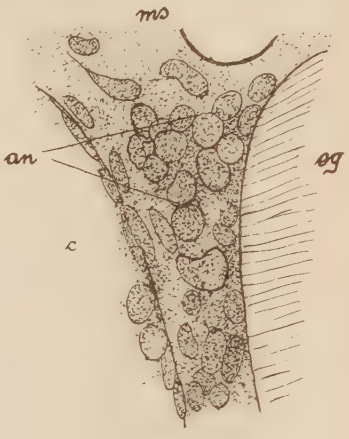


Fig. 5c.

Knorpel zu verdichten. Die anfangs einfache „u"-förmige Nasenkapsel nimmt im Verlaufe ihrer Entwicklung eine mehr nach vorn ausgebogene Form an, die sie bis zur Metamorphose beibehält (Fig. 6). Fig. 7a—f, Taf. IV sollen die vorliegenden Verhältnisse in mehreren Bildern einer Frontabschnittserie eines etwa 2,5 cm langen Ammocoeten klarlegen. Mit der Trabekularplatte, also der Verbindung der beiden Trabekel vor der Hypophysis, hängt die Nasenkapsel bei Ammocoetes knorpelig nicht zusammen. Man findet aber bei älteren Ammocoeten zwischen der Nasenkapsel und der Trabekularplatte eine Schleimknorpelmasse eingelagert (Fig. 8). Ebenso wie die Ohrkapseln ent-

Fig. 6.

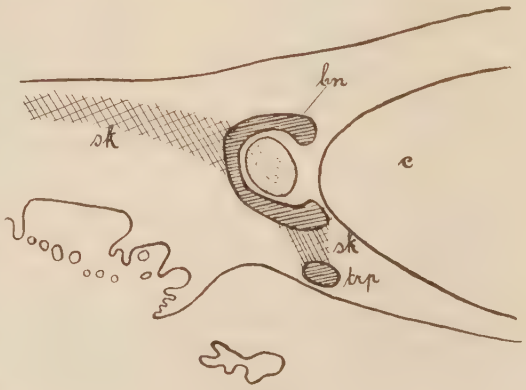


Fig. 8.

wickelt sich auch die Nasenkapsel unabhängig von den übrigen Skeletteilen des Kopfes. Bis zur Metamorphose hat die Nasenkapsel die oben beschriebene Gestalt. Ihre Umbildung zur fertigen Nasenkapsel des Petromyzon geht aber nicht in der Weise vor sich (Känsche [12]), dass sie im Perichondrium nach vorn, hinten und seitlich auswächst und so allmählich das Geruchsorgan einhüllt. Die die larvale Nasenkapsel zum fertigen Zustande ergänzenden vorderen und oberen Teile der fertigen fast halbkugelförmigen Nasenkapsel entstehen vielmehr selbständig im Perichondrium und verschmelzen erst dann mit den vorhandenen Teilen zu einem einheitlichen Ganzen. Diese Vorgänge vollziehen sich erst während der letzten Stadien der Metamorphose, zu einer Zeit, wo das übrige knorpelige Skelett schon vollständig vorhanden ist. In Fig. 9a—g, Taf. IV sind mehrere Bilder der in Metamorphose befindlichen Nasenkapsel wiedergegeben. Die mit roter Farbe versehenen Teile sind Knorpel der larvalen Nasenkapsel, die blauen Teile geben die neu sich bildenden Stücke wieder.

## IV. Kiemenskelett.

Dohrn beschreibt in seiner V. Studie die Entstehung des Visceralskeletts von Petromyzon Planeri. Er spricht dort Seite 152 von den mesodermalen Visceralbogen und gibt als ihre innere Begrenzung das Entoderm der beiden sie begrenzenden Kiementaschen, als äussere Begrenzung das einschichtige Ektoderm an; ausserdem spricht er von Mesodermzellen rund um die Visceralbogen herum. Seite 183 schreibt Dohrn: „Gleichzeitig differenziert sich aus dem Mesodermgewebe des Bogens, aussen von der parietalen Schicht, zwischen ihr und der vorhergehenden Kiemenspaltenwandung, der zu dem Bogen gehörige Knorpel. Es ist schwer, etwas anderes zu sagen, als dass sich eine Anzahl Mesodermzellen zusammentun, eine auf dem Querschnitt runde Kontur erlangen und von nun an als Knorpel erkennbar werden.“ Dohrn spricht also den Kiemenknorpeln eine rein mesodermale Abstammung zu. v. Kupffer (17) hat nun zuerst die Auffassung Dohrns von der mesodermalen Entstehung der Visceralknorpel zurückgewiesen und erklärt, dass sich die Kiemenknorpel von Ammozoetes aus Derivaten des Ektoderms entwickelten. Ich kann mich voll und ganz der Auffassung von Kupffers anschliessen, wenn ich auch seine Beschreibung vom Ursprunge jener

aus dem Ektoderm stammenden Derivate, in denen sich der Knorpel bildet, nicht bestätigen kann.

v. Kupffer fand schon bei jungen Ammocoeten eine zweite tiefere Epidermisschicht, die sich in der Branchialregion von der Höhe des Trigeminus den ganzen Kiemendarm entlang zwischen Ektoderm und Mesoderm hinzieht. Sie setzt sich aus einer Lage zylindrischer Zellen zusammen, die senkrecht zur Oberfläche stehen aber keinen engeren Zusammenhang unter sich und mit der Epidermis haben. Durch die sich ausstülpenden Kiementaschen wird diese Schicht in einzelne Abschnitte zerlegt, so dass jedem Kiemenbogen ein Streifen dieser Schicht zukommt (Fig. 10).

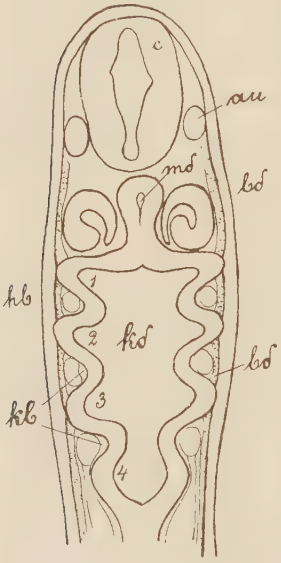

Fig. 10. Horizontalschnitt eines Ammocoetes von 3,4 mm Länge.

v. Kupffer nannte diese Schicht, da er sie bei der Bildung von Nerven beteiligt glaubte, zuerst Neurodermis, später gab er ihr den Namen Branchiodermis. Durch J. B. Platt wurde der Namen Mesektoderm eingeführt, ein Namen, den ich aus Gründen, die weiter unten zu ersehen sind, nicht beibehalten werde. Ich spreche also von einer Branchiodermis und verstehe darunter nur die einschichtige Zellenlage, wie oben beschrieben. Bei der Frage nach der Abstammung der Branchiodermis stehen sich vor allem zwei Ansichten gegenüber: v. Kupffer einerseits lässt die Branchiodermis durch Auswanderung von Zellen der Epidermis aus den ventralen Teilen des Kopfes entstehen. Platt, Koltzoff, Dohrn und andere glauben in Zellen der Ganglienleiste, die durch Proliferation in die Branchialregion gelangen, die Elemente der Branchiodermis erblicken zu können. Ich beginne mit der Arbeit v. Kupffers (17). Nach ihm verdickt sich die Epidermis der Ventralseite des Kopfes von Ammocoetes in einem Stadium, wo die Seitenlinie sich als ein einspringender Wulst der Epidermis auszuprägen beginnt. Durch den gesteigerten Seitendruck der lebhaft durch Längsteilung proliferierenden Zellen verschieben diese sich gegeneinander, und einzelne Zellen treten aus, die bei

fortgesetzter Teilung schliesslich eine kontinuierliche Lage bilden und wie eine Grundschicht der Epidermis erscheinen. Dieser Auffassung v. Kupffers kann ich mich nicht anschliessen. Einmal kann ich mir nicht vorstellen, wie sich eine doch relativ mächtige Schicht wie die Branchiodermis aus einzelnen hier und da auswandernden Zellen entwickeln soll, dann glaube ich, dass es sich hier um Zellen handelt, die infolge der bei der Behandlung der Ammocoeten unausbleiblichen künstlich hervorgerufenen Druckdifferenzen und der damit verbundenen Schrumpfung aus dem Verbande der Epidermis hinausgepresst worden sind. Ich glaube das um so mehr behaupten zu können, da ich bei einzelnen meiner eigenen Schnittserien Stellen der Epidermis finde, bei denen Zellen nicht nur nach innen, sondern nach auch aussen auszutreten scheinen. Die zweite Ansicht von der Entstehung der Branchiodermis wird, wie schon oben kurz angegeben, hauptsächlich von Dohrn, Koltzoff und Platt vertreten. Schon Kastschenko (13) und später Platt (22—24) suchten nachzuweisen, dass die von der Ganglienleiste proliferierenden Zellen ausser zu Nerven und Ganglien auch zur Bildung von Mesenchym Verwendung fänden. Nach Platt und Koltzoff sollen alle Zellen der Ganglienleiste, die nichts mit der Bildung der Ganglien zu tun haben, von ihrer dorsalen Ursprungsstelle in die ventrale Kopfgegend auswandern, um sich dort mit Zellen, Zellgruppen und Streifchen von Zellen zu vermischen, die sich von der inneren Seite des Ektoderms abgespalten haben. Alle diese Zellen, die Ganglienleiste mit einbegriffen, fasst Platt unter dem gemeinsamen Namen Mesektoderm zusammen. Aus diesem Mesektoderm sollen sich, wenn man Platt glauben wollte, Kiemen- und Kieferknorpel und Bindegewebe entwickeln. Alle diese Zellen, sowohl die vom Nervenrohr proliferierenden, als auch die vom seitlichen Ektoderm sich abspaltenden, haben, wie ich Koltzoff zugeben muss, Undeutlichkeit ihrer Umrisse, Dotterkörnerarmut und vor allem gleiche Färbbarkeit gemein, so dass es wenigstens bei Petromyzon fast unmöglich ist, sie voneinander zu unterscheiden. Trotzdem aber ist ein Unterschied vorhanden, die vom Gehirn kommenden Zellen werden zur Bildung der Nerven und Ganglien, und die vom Ektoderm sich abspaltenden Zellmassen zur Bildung der Branchiodermis verwandt, eine Tatsache, die weiter unten näher begründet wird. Ich behalte den v. Kupffer eingeführten

Namen Branchiodermis bei und spreche nicht von Mesektoderm, weil Platt und mit ihr andere Autoren unter Mesektoderm alle vom Nervenrohr proliferierenden und die vom äusseren Ektoderm stammenden Zellen zusammenfasst, es sich aber nur um gewisse, lediglich vom äusseren Ektoderm sich abspaltende Zellmassen handelt. Leider ist es mir nicht möglich, jene Fragen vollständig zu lösen. Einmal ist es nicht meine Aufgabe, jene Fragen zu untersuchen, dann aber, und das ist der Hauptgrund, kann man bei Petromyzon die hier in Betracht kommenden, vom Nervenrohr und äusseren Ektoderm stammenden Zellen so schwer unterscheiden, dass eine befriedigende Lösung fast unmöglich ist.

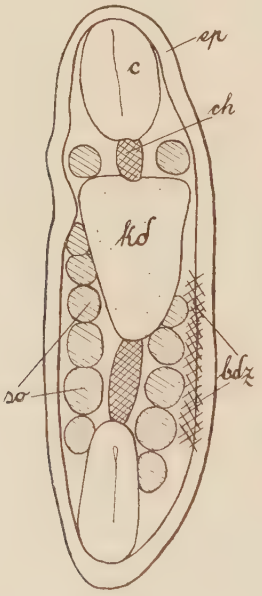


Fig. 11.

Fig. 12.

Bei Petromyzon geben Frontalschnitte Bilder, an denen wenigstens einiges abzulesen ist. Die jüngsten Ammocoeten, die hier Ver-

wendung fanden, waren ungefähr vom 10. Tage nach der Befruchtung, was aber nicht viel sagen will, da die verschiedenen Temperaturen des die Larven umgebenden Mediums beschleunigend oder verzögernd auf ihre Entwicklung einwirken. Es handelt sich hier um Tiere, bei denen der Kopf soeben anfängt sich abzuheben. Etwa in der Höhe der Chorda lösen sich am Auge anfangend den ganzen Kiemendarm entlang mehr oder weniger mächtige Zellgruppen vom äusseren Ektoderm ab, wandern ventralwärts und gelangen zwischen Ekto- und Mesoderm. Während bei ganz jungen Tieren dieses Auswandern von Zellen mehr an einem einzigen Streifen vor sich geht, der sich vom Auge an über die ganze Länge des Kiemendarms erstreckt, konzentrieren sich die Abscheidungen der die Branchiodermis bildenden Zellen bei etwas weiter vorgeschrittenen Ammocoeten mehr und mehr auf einzelne Stellen dieses Streifens, so dass sie den Plakoden (Nervenanlagen) v. Kupffers nahe kommen. Fig. 11, 12 und 15

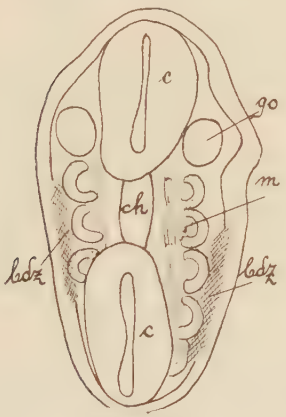

Fig. 15 a.

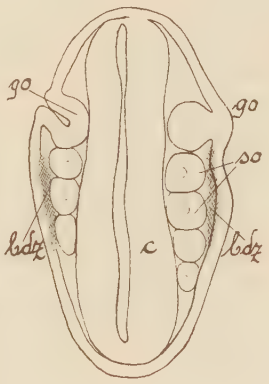

Fig. 15 b.

geben im Übersichtsbilde und in vergrössertem Maßstabe einen Teil jener langen leistenförmigen Plakoden des Ektoderms wieder, von der sich lebhaft Zellen abspalten, um sowohl nach vorn und hinten, besonders aber ventralwärts zu wandern, wie auf ventral folgenden Schnitten derselben Serie zu konstatieren ist. Auf den dorsal folgenden Schnitten desselben Präparates ist von einer Abspaltung keine Spur mehr zu merken. Ganz besonders lebhaft ist die Ablösung bei etwas älteren Tieren im Bereiche des gemein-

samen Trigeminus-Ganglions (Fig. 13 und 14). Wie ich aus Präparaten von Goette weiss, liegen bei Siredon vor dem Ohr zwei

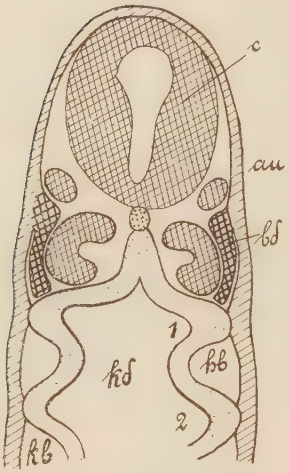


Fig. 13.
Ammocoetes von 3,4 mm.

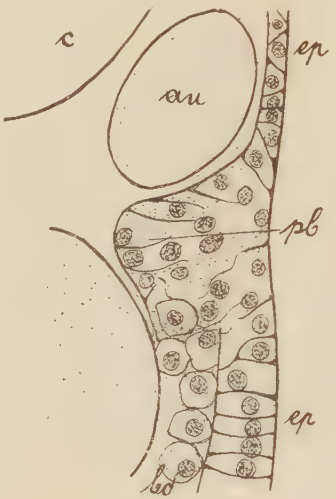


Fig. 14.
Ammocoetes von 3,4 mm Länge.
bd = Branchiodermis.

solcher Plakoden, hinter dem Ohr eine kleine und eine grössere; bei Petromyzon ist aber die hintere grössere Plakode in mehrere kleinere Plakoden zerlegt (Fig. 16). Aus dieser zuerst einheitlich angelegten, später aber sich sondernden Plakode der Epidermis stammen also die ventralwärts wandernden Zellen, die die Branchiodermis zusammensetzen.

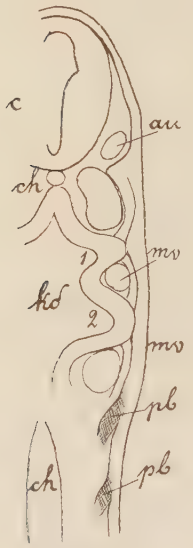


Fig. 16.

Schon bei Ammocoeten, die nicht ganz 4 mm Länge haben, findet Kupffer die ersten Anfänge der Knorpel in leistenförmigen Verdickungen der Branchiodermis, hart hinter dem lateralen, die Epidermis tangierenden Teil jeder Kiementasche. An der medial gerichteten Kante der Leiste zeigt sich auf Frontalschnitten die Anlage des Knorpels als kreisförmiger Durchschnitt einer Portion dicht aneinander geschmiegter Zellen der Branchiodermis. Bei seiner Beschreibung der Knorpelbildung hat v. Kupffer, wie mir scheint

einen wichtigen Faktor übersehen. Nach meinen Präparaten wird die Bildung der Knorpelspangen durch eine Verdickung des Ektoderms hart hinter jeder Kiementasche eingeleitet. In Fig. 17 ist ein Frontalschnitt eines Embryos mit sechs Kiementaschen, die hyomandibulare eingerechnet, wiedergegeben. Da die Knorpelbildung successive von vorn nach hinten fortschreitet, ist erst die Epidermis der vorderen Kiementaschen verdickt. Wenn nun auch jene kleinen Plakoden möglicherweise an der Bildung der Branchialnerven Anteil haben, so glaube ich doch behaupten zu können, dass ein Teil der aus jenen Epidermisplakoden auswandernden Zellen bei der Bildung der Kiemenknorpel verwandt werden. Erst nachdem nämlich die in Frage kommenden

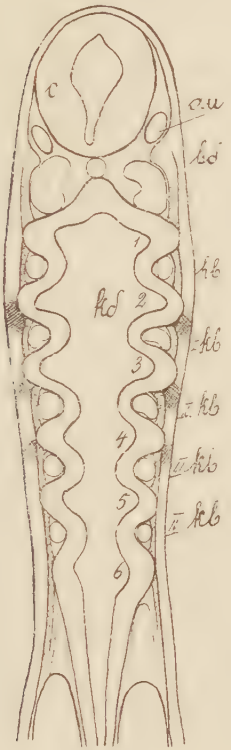


Fig. 17.
Ammocoetes von 3,7 mm Länge. Die Plakoden der Epidermis sind schraffiert.

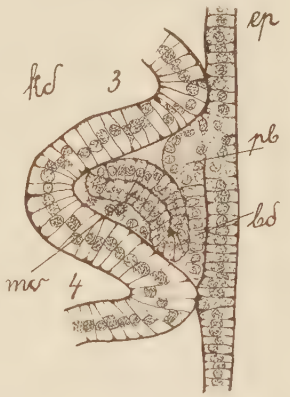


Fig. 18.
Ammocoetes von 4 mm Länge. 1. Kiemenbogen.

Zellen angefangen haben, aus der Epidermis herauszutreten, tritt auch in benachbarten Teilen der Branchiodermis Zellvermehrung ein. Die aus dem Ektoderm und der Branchiodermis stammenden Teile vermischen sich, und es entsteht so die von Kupffer beschriebene leistenförmige Verdickung der Branchiodermis. Man kann daran nicht mehr feststellen, welche Zellen ursprünglich dem Ektoderm und welche der Branchiodermis angehört haben.

In Fig. 18 ist das Auswandern der Zellen aus der Epidermis und die Vermischung mit Teilen der Branchiodermis im Gange. Die Knorpelbildung beginnt am ersten Kiemenbogen nach hinten fortschreitend. In Fig. 19 ist der Frontalschnitt eines Ammocoeten wiedergegeben, bei dem alle Kiementaschen entwickelt sind. Die Knorpelbildung ist im 1.—4. Kiemenbogen im Gange, und der spätere Knorpel schon als dunklere Masse in den am weitesten gegen die Muskelschläuche vorgestülpten Teilen der Branchiodermis zu erkennen. Am 6.—8. Bogen ist eine Knorpelbildung noch nicht zu erkennen, ebenso fehlt dem Hyoidbogen eine solche. Fig. 19 entspricht ungefähr Fig. 1 der Figuren von Kupffers (17). Ist die Knorpelanlage aus dem Verbande mit der Branchiodermis herausgetreten, so rückt sie, wie es Dohrn (4) beschreibt, gegen den bei der Bildung der Kiementaschen aus dem ursprünglichen Mesoderm abgeschnürten Muskelschlauch jedes Visceralbogens vor. Waren die Muskelschläuche ursprünglich drehrunde Gebilde, so haben sie sich im Laufe ihrer Entwicklung abgeplattet und gegen den Kiemendarm zu geknickt. An der Knickungsstelle teilt sich der Muskelschlauch in eine innere (Adduktoren-) und in eine äussere (Constriktoren-) Partie, zwischen beide schiebt sich die Knorpelanlage ein.

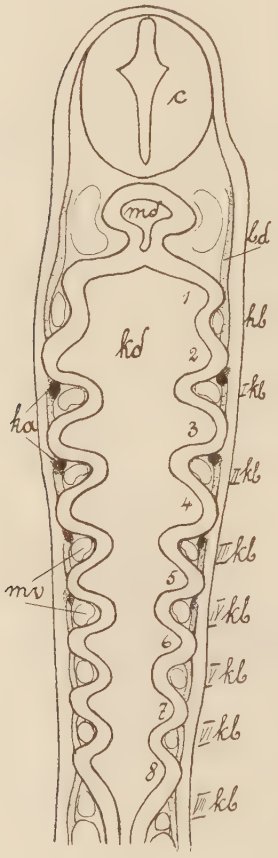


Fig. 19.
Ammocoetes von 4,3 mm Länge.
ka = Kiemenknorpelanlage.

Der in Höhe der späteren Kiemenspalten entstandene Knorpel wächst nun kontinuierlich dorsal (gegen die Chorda) und ventral vor. So entstehen jederseits die sieben Skelettspangen der Kiemenbogen, von den Autoren Querstäbe genannt. Die ursprünglich geraden Spangen machen im Verlaufe ihrer Entwicklung mehrfache Biegungen, so dass sie bald lateralwärts, bald visceralwärts von der Muskulatur zu liegen kommen: Im Hyoid-

bogen bildet sich gewöhnlich eine Spange nicht aus. Aber schon Schaffer fand bei einem Ammocoeten von 9 cm Länge das Rudiment eines achten Querstabes an der vorderen Grenze der ersten mit Kiemen ausgestatteten Kiementasche und schloss daraus, dass kopfwärts von der ersten Kiementasche der ausgebildeten Larve auch eine 8. beziehungsweise wirklich 1. Kiementasche oder das Rudiment einer solchen gesucht werden müsse. Hätte Schaffer (25) zu seinen Untersuchungen auch jüngere Larven herangezogen, so hätte er ohne weiteres feststellen können, dass eine 8. Kiementasche vor dem Hyoidbogen vorhanden ist, die sich aber bald zurückbildet und keine Kiemen entwickelt. Aber auch ich fand bei einem Ammocoeten von 5,5 mm Länge die knorpelige Anlage eines 8. Querstabes (Fig. 20 b). In Fig. 20 a gebe ich die auf die Medianebene projizierten Verhältnisse wieder. Auch bei meinen Präparaten entspricht der Abstand dieser 8. oder besser 1. Skelettspange von den übrigen Stäben dem Abstande dieser unter sich. Unter normalen Verhältnissen findet man an der Stelle dieser 8. Spange eine Schleimknorpelbildung, die erst während der Metamorphose in Hyalinknorpel umgewandelt wird und dann das sogenannte Extrahyale bildet.

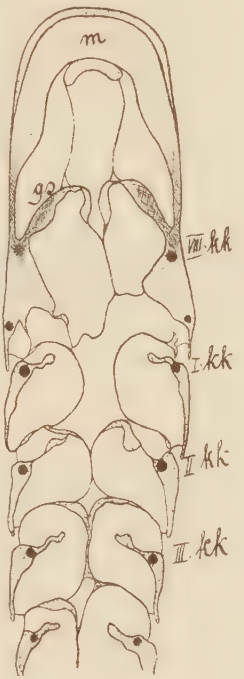


Fig. 20 b.
Ammocoetes von 5,5 mm Länge.

Die ventralen und dorsalen Enden der sechs hinteren Querstäbe biegen sich nun kopfwärts um (Fig. 21). Dorsal verbinden

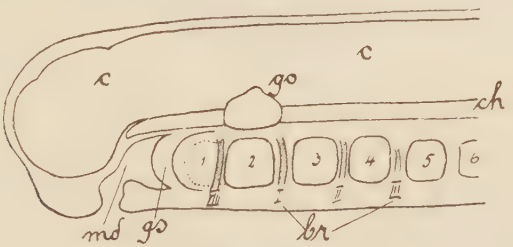


Fig. 20 a.

sich die umgebogenen Enden schon prochondral mit parachordalen Längsleisten, die sich in dem um die Chorda befindlichen mesodermalen Bindegewebe differenzieren. Die Verknorpelung geht von den Querspangen aus und schreitet in den parachordalen

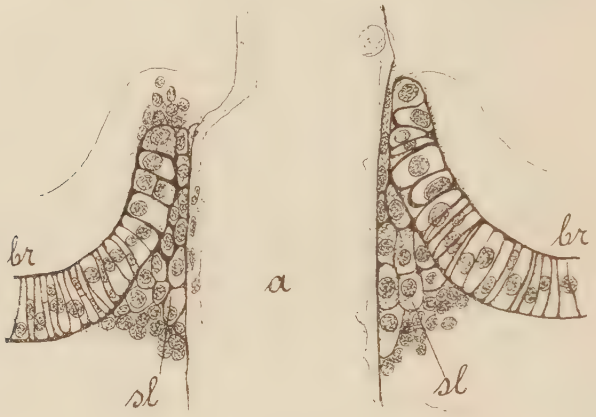


Fig. 21.

Längsleisten kopf- und kaudalwärts fort, so dass hammerförmige Gebilde entstehen. Schliesslich vereinigen sich die Parachordalia bei Larven von etwa 1 cm Länge zu einheitlichen Gebilden, denen Schaffer (25) den Namen „subchordale Längsstäbe“ gegeben hat. Mit der Chorda sind die subchordalen Längsstäbe nicht direkt verbunden. Es ist vielmehr zwischen Knorpel und Elastica stets ein vom Perichondrium angefüllter Raum vorhanden. In Fig. 22 ist die Anlage einer jener parachordalen Längsleisten

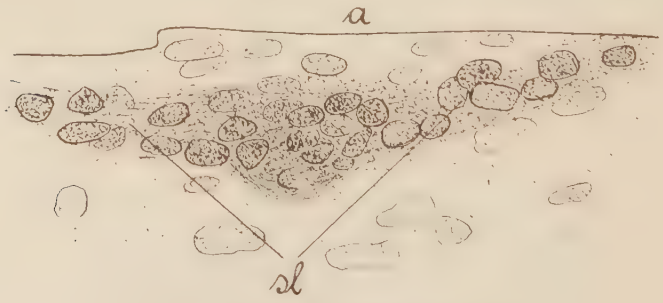


Fig. 22. Ammocoetes von 6 mm Länge.

dargestellt. Die Stelle, an der sich der Querstab mit dem Parachordale verbindet, ist nur schwach angedeutet. Die ganze An-

lage ist spindelförmig. Fig. 23 zeigt die Verschmelzung des Querstabes mit den Längsleisten und die fortschreitende Verknorpelung. Wie schon angedeutet, biegen sich die ventralen Enden der sechs hinteren Querstäbe kopfwärts um, wachsen aus und vereinigen sich bald zu den „ventralen Längsstäben", wie sie Schaffer bezeichnet hat. Eine den dorsalen parachordalen

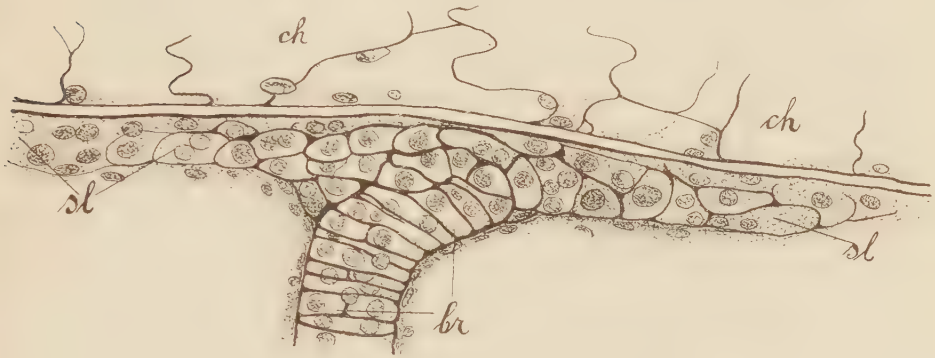


Fig. 23.

Längsleisten ähnliche Anlage ist ventral nicht vorhanden. In Fig. 24 ist der nach vorn umgebogene ventrale Teil eines Querstabes dargestellt. Die links in der Figur sichtbaren Knorpelzellen stammen von dem nächsten kaudalwärts gelegenen Querstabe,

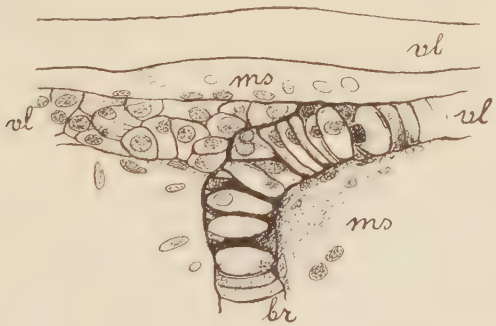


Fig. 24.

dessen nach vorn umgebogenes und ausgewachsenes Ende sich mit dem ventralen Ende des vorderen Querstabes zum ventralen Längsstab vereinigt hat. Die ursprünglich geraden ventralen Längsstäbe biegen sich von der 5. Kiementasche an nach vorn

immer weiter auseinander, um die immer mächtiger werdende Thyreoidea aufzunehmen. Beiderseits bilden die ventralen Längsstäbe weiterhin sechs medianwärts gerichtete Ausbiegungen und zwar immer zwischen zwei benachbarten Querstäben. Die gegenüberliegenden Bogen der ventralen Längsstäbe, die hinter der Thyreoidea, also unter der 5., 6. und 7. Kiementasche liegen, verwachsen miteinander. Dass es sich dabei um eine echte Verwachsung handelt (Schaffer), kann ich bestätigen. Diese teilweise Verwachsung der beiden ventralen Längsstäbe beginnt schon bei Ammocoeten von nicht ganz 1 cm Länge.

Die ursprünglich trotz mancher Biegungen fast in einer Querebene liegenden sieben Querspangen entwickeln bald dorsal und ventral von den äusseren Öffnungen der Kiementaschen kopfwärts gerichtete longitudinale knorpelige Fortsätze. Während die unteren Fortsätze je den vorderen Querstab erreichen und so den von Schaffer benannten „hypotremalen Längsstab" bilden, endigen die über den Kiemenöffnungen gelegenen Fortsätze frei, ohne die vorderen Bogen zu erreichen. Der sogenannte „epitremale Längsstab" Schaffers ist also kein einheitliches Gebilde. Auch der erste Querstab bildet je einen hypo- und epitremalen Fortsatz, die ursprünglich frei enden (Fig. 25), sich aber bald zu einer Knorpelschlinge vereinigen, indem sie das erste Kiemenloch umgreifen. Fig. 26 gibt die etwas unregelmässig ausgefallene Verwachsungsstelle der beiden in Frage kommenden Längsauswüchse wieder. Der hier abgebildete Ammocoetes war etwa 8 mm lang.

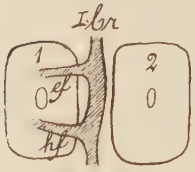

Fig. 25.

Fig. 26.

## V. Verbindung zwischen Cranial- und Visceralskelett.

Branchiale I und hintere Parachordalia vermitteln die Verbindung zwischen Kopf- und Kiemenskelett. Über die Art und Weise, wie diese Verbindung stattfindet, sind die Autoren nicht einig. Schon im Vorknorpelstadium kommt eine Verbindung der hinteren Parachordalia mit den kopfwärts umgebogenen Enden

der ersten Querstäbe des Visceralskeletts zustande. Diese Verbindung erfolgt nach Severstoff (26) dadurch, dass die proximalen Enden der Querstäbe den kaudalen Enden der hinteren Parachordalia anwachsen. Schaffer dagegen schildert das Zustandekommen der Verbindung zwischen Branchiale I und dem neuralen Cranium anders. Nach ihm wächst das umgebogene Ende des ersten Querstabes kopfwärts aus und verbindet sich mit den kaudalen Enden des Schädelbalkens. Teilweise haben beide Autoren recht. Nach meinen Beobachtungen legen sich die hinteren Parachordalia getrennt von den Branchialia I an, aber schon pronchondral verwachsen diese Parachordalia mit den von unten an sie heranwachsenden Enden der ersten Querstäbe. Die proximalen Enden der Querstäbe biegen sich kopfwärts um, wachsen kopfwärts noch etwas weiter und verlieren sich schliesslich. So ist es erklärlich, dass hintere Parachordalia und Branchialia I eine Strecke weit untereinander verlaufen. Diese Verhältnisse sind in

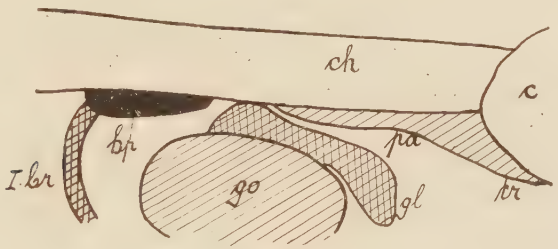


Fig. 27.

Fig. 27—31 dargestellt. Fig. 27 und 28 sind zwei aufeinander folgende Schnitte einer Frontalserie eines Ammocoetes.

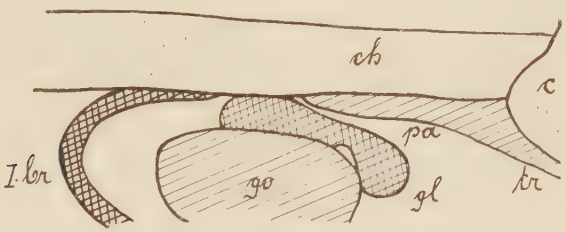


Fig 28.

In Fig. 27 soll das hintere Parachordale dargestellt sein, während Fig. 28 das darunter liegende nach vorn umgebogene Ende von Branchiale I zeigen soll.

In Fig. 29 sieht man das in Verknorpelung begriffene hintere Parachordale.

Fig. 30 gibt dagegen beide in Betracht kommende Anlagen wieder. Mehr dorsal und epachsial liegt das hintere Parachordale, darunter das proximale Ende von Branchiale I. Der Schnitt ist an der Stelle geführt, wo Branchiale I und Parachordale zusammentreffen, liegt also etwas mehr kaudalwärts als der in Fig. 29 abgebildete Querschnitt.

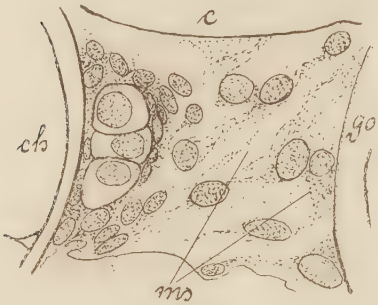

Fig. 29.

Fig. 31 endlich zeigt die Verhältnisse von Fig. 28, nur in vergrössertem Maßstabe. Der in Fig. 31 abgebildete Schnitt ist etwa in Höhe a/b geführt, wie aus Fig. 30a zu ersehen ist. Schon die Lageanordnung der Knorpelzellen lässt deutlich erkennen, dass es sich hier um zwei getrennte Dinge handelt.

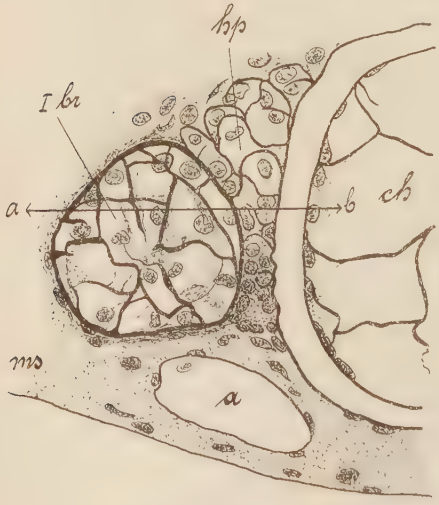

Fig. 30a.

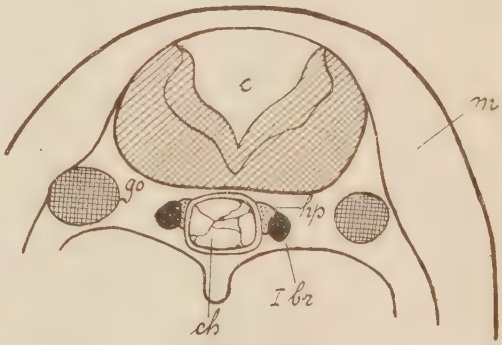

Fig 30b.

Während die geldrollenförmig aufeinander sitzenden zylindrischen Zellen von Branchiale I mit ihren Breitseiten senkrecht zur Streichrichtung des Knorpelstabes angeordnet sind, haben sich die Zellen der hinteren Parachordalia mit ihren Breitseiten an die Chorda

angelegt und beweisen, dass es sich um parachordale Anlagen handelt. Die Anordnung der Zellen der Branchialia ist auch in Fig. 21 deutlich zu erkennen. Noch einen wichtigen Unterschied zwischen subchordalen Längsstäben und hinteren Parachordalia muss ich hier erwähnen. Während nämlich die subchordalen

Fig. 31

Längsstäbe von der Chorda durch Perichondrium getrennt sind, lagern sich die hinteren Parachordalia so eng der Elastica an, dass diese als Grenzschicht des Knorpels erscheint. Dasselbe Verhalten zeigen auch die Trabekel. Auch aus diesem Grunde muss man notwendigerweise die hinteren Parachordalia dem neuralen Cranium zusprechen.

Im Laufe der Entwicklung verbinden sich hintere Parachordalia und Trabekel und bilden dann den knorpeligen Boden des chordalen Schädelabschnittes. Auch mit der knorpeligen Labyrinthblase, und zwar mit deren medial ventralem Rande, verbindet sich das Parachordale eine Strecke weit.

## VI. Vergleiche.

Eine wichtige Tatsache ergibt sich aus den vorliegenden Untersuchungen. Ist man von der Gleichartigkeit der histiogenetischen Prozesse überzeugt, so schliesst man mit Recht, dass das Visceralskelett, das für Cyclostomen, Teleostier, Urodelen und Gymnophionen als ein äusseres nachgewiesen wurde, auch bei den Vertretern der übrigen Klassen der Wirbeltiere ein äusseres sein muss. Ist dieses aber richtig, so kann man diese Tatsache als Beweis gegen die von Gegenbaur (30) ins Leben

gerufene und von seiner Schule weiter ausgebaute Kiemenbogentheorie verwerten. Nach dieser Theorie soll der Urtypus des Skeletts der paarigen Gliedmaßen der Wirbeltiere von dem Kiemenskelett abzuleiten sein. Dieses älteste Extremitätenskelett soll sich in der Flosse der fossilen Pleuracanthiden zeigen und sich noch heute bei Ceratodus forsteri erhalten haben. Bedeutendere Umbildungen führten von hier zur Entwicklung des Skeletts der fünffingrigen oder pentadaktylen Extremität (Chiropterygium) der auf dem Lande lebenden Wirbeltiere. Die neuesten Untersuchungen auf diesem Gebiete stammen von Braus (28, 29), der auch an der Abstammung des Extremitätenskeletts von Kiemenbogen festhält. Einer der wichtigsten Einwände gegen die Kiemenbogentheorie des Extremitätenskeletts stammt von Dohrn (5). Trotzdem nun die Einwände Dohrns von der grössten Wichtigkeit sind, behandelt Braus Dohrns Untersuchungen nur in einer kurzen Anmerkung Seite 416 (29). Er schreibt dort: „Dohrn hat in seiner neuesten Studie (Mitt. d. St. Neapel, 1902) die Mitteilung gemacht, dass sich die Visceralbogen aus dem Ektoderm entwickelten. Es wäre dies eine Bestätigung der bisher vereinzelten Angaben von J. Platt und anderen, welche ebenfalls eine derartige Herkunft gesehen zu haben glaubten. Bei den Extremitätenbogen hält dagegen Dohrn an der bisherigen Ansicht fest, dass sie mesodermal angelegt werden. Dieser histiogenetische Unterschied erscheint dem Autor gross genug, um a priori jede Vergleichbarkeit der beiderlei Skelettelemente auszuschliessen. Ich will hier nicht darauf eingehen, dass ähnliche Angaben einer Herleitung von Skelettbildnern aus dem Ektoderm bisher bei der Nachprüfung als tatsächlich unrichtig erwiesen wurden.“ Soweit Braus. Vor allem ist es bewiesene Tatsache, dass sich Teile des Skeletts aus dem Ektoderm bilden, auch meine Untersuchungen bestätigen die diesbezüglichen Angaben. Dann ist es mir nicht bekannt, dass eine „genaue“ Nachprüfung die Untersuchungen über die ektodermale Herkunft des Kiemenknorpels als unrichtig erwiesen hätte. Gerade das Gegenteil ist der Fall. Die von Kupffer angestellten diesbezüglichen Untersuchungen wurden von Dohrn, Koltzoff, Platt u. a. bestätigt. Auch ich kann nur die Richtigkeit der Resultate jener Untersuchungen anerkennen. Die Kiemenknorpel sind also ektodermale Gebilde. Andererseits steht es fest, dass

die Extremitätenbögen mesodermal angelegt werden. Da man nun schlechterdings Gebilde, die einerseits ektodermal entstehen, andererseits mesodermalen Ursprung haben, nicht als homodynam bezeichnen kann, so halte ich auch jede Vergleichbarkeit zwischen Kiemen- und Extremitätenskelett von vornherein für ausgeschlossen.

Noch eine andere Tatsache ergibt sich aus den vorliegenden Untersuchungen. Wie oben gezeigt wurde, haben die kranialen Teile des Skeletts mesodermalen, das Visceralskelett aber ektodermalen Ursprung. Ein Vergleich zwischen beiden, wie es vielfach geschehen ist, ist also ebenfalls ausgeschlossen, und man kann mit vollem Recht das Visceralskelett dem Skelett des neuralen Craniums als genetisch verschiedenartig gegenüberstellen.

## Literaturverzeichnis.


1. Brauer, Aug: Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung und Anatomie der Gymnophionen. IV. Die Entwicklung der beiden Trigeminusganglien. Zool. Jahrb., Suppl.-Bd. VII, 1904 (Festschr. z. 70. Geburtst. des Herrn Geh.-Rats Prof. Dr. August Weismann in Freiburg i. B.).
2. Bujor, Paul: Contribution à l'étude de la Métamorphose de l'Ammocoetes branchiales en Petromyzon Planeri. Thèse prés. à la faculté des Sciences de l'Université de Genève. Extr. de la Revue biologique du nord de la France, T. III, 1891.
3. Corning: Über einige Entwicklungsvorgänge am Kopfe der Anuren.
4. Dohrn, A.: Zur Entstehung und Differenzierung der Visceralbogen bei Petromyzon Planeri. Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers V. Mitteil. aus der Zool. Station zu Neapel, Bd. V, H. 1, 1884.
5. Derselbe: Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers XXII. Weitere Beiträge zur Beurteilung der Occipitalregion und der Ganglienleiste der Selachier. Ebenda. Bd XV, H. 4, 1902.
6. Goette, A.: Die Entwicklungsgeschichte der Unke (Bombinator igneus) als Grundlage einer vergl. Morphologie der Wirbeltiere. Leipzig 1875.
7. Derselbe: Über die Kiemen der Fische. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XIX, 4, 1901.
8. Derselbe: Lehrbuch der Zoologie, 1902.
9. Goronowitsch: Untersuchungen über die Entwicklung der sogenannten Ganglienleisten am Kopfe der Vogelembryonen. Morph. Jahrb., 20. Bd., 1893.
10. Hertwig, O.: Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere, 3. Bd., 2. Teil.
11. Huxley, Thomas H.: On the nature of the craniofacial apparatus of Petromyzon. Journal of Anatomy and Physiologie, Vol. X, Pt. 2, 1876.

12. Kaensche, C. Conrad: Beiträge zur Kenntnis der Metamorphose des Ammocoetes branchialis in Petromyzon. Schneider, Zool. Beiträge, Bd. II, 3, 1889.
13. Kastschenko, N.: Zur Entwicklungsgeschichte des Selachierembryos. Anat. Anz., Bd. III, 1888.
14. Koltzoff: Entwicklungsgeschichte des Kopfes von Petromyzon Planeri. Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou, T. XV. 1902, Nr. 3 und 4.
15. v. Kupffer, C.: Studien zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte des Kopfes der Cranioten, 2. Heft: Die Entwicklung des Kopfes von Ammocoetes Planeri, 1894.
16. Derselbe: Studien zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte des Kopfes der Cranioten, 3. Heft: Die Entwicklung der Kopfnerven von Ammocoetes Planeri, 1895.
17. Derselbe: Über die Entwicklung des Kiemenskeletts von Ammocoetes und die organogene Bestimmung des Exoderms. Verh. d. Anat. Ges. a. d. 9. Vers. in Basel. Ergänzungsheft z. Bd. X d. Anat. Anz., 1895.
18. Müller, Johannes: Vergleichende Anatomie der Myxinoiden der Cyclostomen mit durchbohrtem Gaumen. Erster Teil: Osteologie und Myologie. Abh. d. Berliner Akad. d. Wiss. (Phys.-math. Abt.), Jahrg. 1834, Berlin 1835.
19. Nestler, Karl: Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Petromyzon Planeri. Arch. f. Naturgesch., Jahrg. 56, Bd. I, 1890.
20. Neumeyer, L.: Zur vergleichenden Anatomie des Kopfskeletts von Petromyzon Planeri und Myxine glutinosa. Münchener med. Abh., 7. Reihe. H. 7, 1898.
21. Parker, W. K.: On the skeleton of the Marsipobranchfishes. Philos. Transact. of the Roy. Soc. of London. For the Year 1883.
22. Platt, Julia: Ontogenetische Differenzierung des Ektoderms in Necturus. Arch. f. mikr. Anat., 43. Bd., 1894.
23. Derselbe: The development of the cartilaginous skull and of the branchial and hypoglossal musculature in Necturus. Morph. Jahrb., Bd. 25, H. 3, 1897 (Jahresz. d. Bd. 1898).
24. Derselbe: Ectodermic origin of the cartilages of the head. Tufts College Studies Nr. 1, 1904. (Abdruck des Aufsatzes im Anat. Anz., Bd. VIII.)
25. Schaffer, J.: Über das knorpelige Skelett von Ammocoetes branchialis nebst Bemerkungen über das Knorpelgewebe im allgemeinen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 61, 1896.
26. Sewertzoff, A.: Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Wirbeltierschädels. Vorläufige Mitteil., Anat. Anz., Bd. XIII, 1897.
27. Ziegler, H. E.: Zool. Wörterbuch. Jena 1909.
28. Braus, H.: Die Muskeln und Nerven der Ceratodusflosse. Ein Beitrag zur vergleichenden Morphologie der freien Gliedmaßen bei niederen Fischen und zur Archipterygiumtheorie.

29. Derselbe: Tatsächliches aus der Entwicklung des Extremitätenskeletts bei den niedersten Formen. Zugleich ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Skeletts der Pinnae und der Visceralbogen. Jenaische Denkschriften, XI. Bd. 1904, Festschr. Ernst Haeckel.
30. Gegenbaur, C.: Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere mit Berücksichtigung der Wirbellosen, Bd. I, Leipzig 1898.

## Figurenerklärung.

Allgemein gültige Bezeichnungen:

a = Aorta.
ab = Aortenbogen.
al = Alisphenoid.
an = Anlage der Knorpel der Nasenkapsel.
au = Auge.
bd = Branchiodermis.
bdz = Branchiodermis in Bildung begriffen.
bn = Knorpel der Nasenkapsel.
br = Branchiale (Kiemenspange).
c = Hirn.
ctr = Cornu trabec.
ch = Chorda.
d = Darm.
dr = Drüsen des Geruchsorgans.
ef = epitremaler Fortsatz.
eg = Epithel des Geruchsorgans.
ep = Epidermis.
g = Geruchsorgan.
gl, gl = Ganglien.
go = Gehörorgan.
gs = Gaumensegel.
gtp = Gemeinsame Anlage der Trabekel u. Parchordalia.
hb = Hyoidbogen.
hf = Hypotremaler Fortsatz.
hp = Hintere Parachordalia.
hy = Hypophysis.
ka = Kiemenknorpelanlage.
kb = Kiemenbogen.
kd = Kiemendarm.
kk = Kiemenspangen (Querstäbe).
m = Muskeln.
md = Mundbucht.
ms = Mesenchym.
mv = Muskelplatte der Visceralbogen.
nf = Falten der Riechschleimhaut.
ng = Nasengaumengang.
nr = Nasenrohr.
pa = Parachordalia.
pb = Plakode der Branchiodermis.
pl = parachordaler Leisten.
sl = subchordaler Längsstab.
sk = Schleimknorpel.
so = Somit.
tr = Trabekel.
trp = Trabekularplatte.
vl = ventraler Längsstab.
1—8 = Kiementaschen 1—8.

In Fig. 9 bedeuten „rot“ die larvalen, „blau“ die ergänzenden Teile der knorpeligen Nasenkapsel.

## Lebenslauf.

Ich, Alban Schalk bin geboren am 29. Januar 1887 zu Mainz a. Rh. als Sohn des Sparkassenrechners Jakob Schalk. Während der ersten Schuljahre besuchte ich die Elementarschule, späterhin gehörte ich der Oberrealschule meiner Vaterstadt an. Mit dem Zeugnis der Reife wurde ich Ostern 1907 entlassen. An der techn. Hochschule Darmstadt und der Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg hörte ich Botanik, Zoologie, Geographie, Mathematik und Physik.

Werner u. Winter, Frankfurt a. M.